

## BUNDESREPUBLIK DEUTSCHLAND

DE 00/2157



REC'D	04 SEP 2000
WIPO	PCT

**PRIORITY DOCUMENT**  
 SUBMITTED OR TRANSMITTED IN  
 COMPLIANCE WITH  
 RULE 17.1(a) OR (b)

EJU

11/01

XX

**Prioritätsbescheinigung über die Einreichung  
einer Patentanmeldung**

**Aktenzeichen:** 199 31 064.5  
**Anmeldetag:** 01. Juli 1999  
**Anmelder/Inhaber:** Mannesmann AG,  
Düsseldorf/DE  
**Bezeichnung:** Anordnung und Verfahren zum Erzeugen und/oder  
Aufbereiten eines Brennstoffs, insbesondere eines  
Brennstoffs für eine Brennstoffzelle  
**IPC:** H 01 M 8/04

**Die angehefteten Stücke sind eine richtige und genaue Wiedergabe der ur-  
sprünglichen Unterlagen dieser Anmeldung.**

München, den 13. Juli 2000  
**Deutsches Patent- und Markenamt**  
**Der Präsident**  
 Im Auftrag

Weih

5      **Anordnung und Verfahren zum Erzeugen und/oder Aufbereiten eines  
Brennstoffs, insbesondere eines Brennstoffs für eine Brennstoffzelle**

Beschreibung

10

Die vorliegende Erfindung betrifft eine Anordnung zum Erzeugen und/oder Aufbereiten eines Brennstoffs, insbesondere eines Brennstoffs für eine Brennstoffzelle, mit wenigstens einem als Wärmesenke fungierenden Reaktorelement und wenigstens einem als Wärmequelle fungierenden Reaktorelement. Weiterhin betrifft die Erfindung ein Verfahren zum Erzeugen und/oder Aufbereiten eines solchen Brennstoffs.

Brennstoffzellen sind bereits seit langem bekannt und haben insbesondere im Bereich der Automobilindustrie in den letzten Jahren erheblich an Bedeutung gewonnen.

20

Ähnlich wie Batteriesysteme erzeugen Brennstoffzellen elektrische Energie auf chemischem Wege, wobei die einzelnen Reaktanten kontinuierlich zugeführt werden und das Reaktionsprodukt kontinuierlich abgeführt wird. Dabei liegt den Brennstoffzellen ein Wirkprinzip zu Grunde, bei dem sich elektrisch neutrale Moleküle oder Atome miteinander verbinden und dabei Elektronen austauschen. Dieser Vorgang wird als Redoxprozeß bezeichnet. Bei der Brennstoffzelle werden die Oxidations- und Reduktionsprozesse räumlich getrennt. Die bei der Reduktion abgegebenen Elektronen lassen sich als Strom durch einen Verbraucher leiten, beispielsweise den Elektromotor eines Automobils.

25

Als gasförmige Reaktionspartner für die Brennstoffzelle werden beispielsweise Wasserstoff als Brennstoff und Sauerstoff als Oxidationsmittel verwendet. Der Sauerstoff kann einfach über die angesaugte Umgebungsluft bereitgestellt werden,

wohingegen der Wasserstoff in der Regel in einem chemischen Prozeß hergestellt werden muß. Dies wird beispielsweise erreicht, indem in Erdgas oder Methanol befindliche Kohlenwasserstoffe durch Reformierung oder dergleichen in ein wasserstoffreiches Gas umgewandelt werden. Weiterhin ist es auch denkbar, 5 Wasserstoff durch das Verfahren der sogenannten partiellen Oxidation (POX) herzustellen.

In allen Fällen weist die erforderliche Anordnung zum Erzeugen und/oder Aufbereiten des Brennstoffs eine Reihe verschiedener Reaktorelemente auf, die über 10 entsprechende Leitungen miteinander verbunden sind, so daß der Brennstoff während seiner Erzeugung beziehungsweise Aufbereitung die einzelnen Reaktorelemente durchströmen kann.

In einigen der Reaktorelemente finden dabei exotherme Reaktionen statt, d.h. es wird 15 Wärme frei. In anderen Reaktorelementen wird hingegen Wärme benötigt. Bisher ist es üblich, daß jedes einzelne Reaktorelement über eine geeignete Heiz-/Kühleinrichtung verfügt. Diese Heiz-/Kühleinrichtung erzeugt die in dem Reaktorelement erforderliche Temperatur. Für Reaktorelemente mit exothermen Reaktionen bedeutet dies, daß die in den Reaktorelementen erzeugte Wärme über die 20 Heiz-/Kühleinrichtungen abgeführt wird. In denjenigen Reaktorelementen, in denen Wärme benötigt wird, wird diese Wärme über die Heiz-/Kühleinrichtungen bereitgestellt.

Die bisher durchgeführte Heizung beziehungsweise Kühlung der einzelnen 25 Reaktorelemente hat jedoch eine Reihe von Nachteilen. So muß jedes Reaktorelement einzeln und unabhängig von den anderen Reaktorelementen gekühlt beziehungsweise geheizt werden, was konstruktiv aufwendig und relativ kostenintensiv ist. Weiterhin wird für diese Art der Heizung beziehungsweise Kühlung eine große Menge an Energie benötigt. Schließlich kann die in den Reaktorelementen mit exothermen 30 Reaktionen erzeugte Wärme nicht genutzt werden, wodurch sie für den Gesamtprozeß verloren geht.

Ausgehend vom genannten Stand der Technik liegt der vorliegenden Erfindung die Aufgabe zu Grunde, eine Anordnung zum Erzeugen und/oder Aufbereiten eines Brennstoffs der eingangs genannten Art derart weiterzubilden, daß die beschriebenen Nachteile vermieden werden. Insbesondere soll eine Anordnung bereitgestellt werden, bei der auf konstruktiv einfache und kostengünstige Weise einzelne Reaktorelemente gekühlt beziehungsweise geheizt werden können. Weiterhin soll ein entsprechend verbessertes Verfahren bereitgestellt werden.

Die Aufgabe wird gemäß dem ersten Aspekt der Erfindung durch eine Weiterbildung der eingangs beschriebenen Anordnung zum Erzeugen und/oder Aufbereiten eines Brennstoffs, insbesondere eines Brennstoffs für eine Brennstoffzelle gelöst, die erfindungsgemäß dadurch gekennzeichnet ist, daß eine Heiz-/Kühlvorrichtung vorgesehen ist, daß die Heiz-/Kühlvorrichtung wenigstens eine Heiz-/Kühleinrichtung für das wenigstens eine als Wärmesenke fungierende Reaktorelement und wenigstens eine Heiz-/Kühleinrichtung für das wenigstens eine als Wärmequelle fungierende Reaktorelement aufweist und daß die Heiz-/Kühleinrichtungen zum Wärmetransport über eine Strömungsleitung miteinander verbunden sind.

Auf diese Weise können die einzelnen Reaktorelemente je nach Bedarf entweder geheizt oder gekühlt werden, ohne daß, wie bisher notwendig, jedes einzelne Reaktorelement über eine eigene separate Heiz-/Kühlvorrichtung verfügen muß. Dabei basiert die Erfindung unter anderem auf der Grundidee, daß die einzelnen Heiz-/Kühleinrichtungen der jeweiligen Reaktorelemente über eine Strömungsleitung derart miteinander verbunden sind, daß ein Wärmetransport zwischen den einzelnen Heiz-/Kühleinrichtungen und damit den einzelnen Reaktorelementen entsteht.

Weist die Anordnung zum Erzeugen und/oder Aufbereiten eines Brennstoffs beispielsweise einen oder mehrere als Wärmequelle fungierende Reaktorelemente auf, laufen in diesen Reaktorelementen exotherme Reaktionen ab, was bedeutet, daß dort Wärme frei wird. Diese Wärme wird an die jeweiligen Heiz-/Kühleinrichtungen abgegeben.

Weist die Anordnung weiterhin wenigstens ein als Wärmesenke fungierendes Reaktorelement auf, was bedeutet, daß dieses Reaktorelement für die stattfindenden Reaktionen Wärme benötigt, kann die von den als Wärmequelle fungierenden Reaktorelementen abgegebene Wärme zur Erwärmung des als Wärmesenke fungierenden Reaktorelements herangezogen werden. Dazu wird die Wärme von der Heiz-/Kühleinrichtung für das wenigstens eine als Wärmequelle fungierende Reaktorelement zu der Heiz-/Kühleinrichtung für das wenigstens eine als Wärmesenke fungierende Reaktorelement transportiert und an dieses abgegeben. Somit geht die erzeugte Wärmeenergie nicht verloren. Durch die erfindungsgemäße Anordnung kann die Wärme in solchen Reaktorelementen mit exothermen Reaktionen aufgenommen und zu solchen Reaktorelementen übertragen werden, bei denen ein Wärmebedarf besteht.

Bevorzugte Ausführungsformen der erfindungsgemäßen Anordnung ergeben sich aus den Unteransprüchen.

Vorteilhaft können die Heiz-/Kühleinrichtungen über die Strömungsleitung als geschlossener Kreislauf miteinander verbunden sein. Hierdurch kann eine konstruktiv besonders einfach ausgebildete Heiz-/Kühlvorrichtung bereitgestellt werden, mit der die erforderlichen Wärmehaushalte in den einzelnen Reaktorelementen auf einfache Weise gesteuert werden können.

In weiterer Ausgestaltung kann zur Durchströmung der Heiz-/Kühleinrichtungen und der Strömungsleitung ein Heiz-/Kühlmedium vorgesehen sein. Über ein solches Heiz-/Kühlmedium lässt sich die Wärmeaufnahme beziehungsweise Wärmeabgabe genau definiert einstellen. Ein vorteilhaftes Heiz-/Kühlmedium ist beispielsweise ein Öl, und hier insbesondere ein hoch wärmebeständiges Öl. Derartige Öle sind bereits aus dem Stand der Technik bekannt. Die Erfindung ist jedoch nicht auf die Verwendung von Öl als Heiz-/Kühlmedium beschränkt. So sind beispielsweise auch andere Heiz-/Kühlmedien in flüssiger oder gasförmiger Form denkbar und möglich. Wichtig ist lediglich, daß das verwendete Heiz-/Kühlmedium geeignet ist, die in einzelnen

Reaktorelementen erzeugte Wärme aufzunehmen und in anderen Reaktorelementen auf einfache Weise wieder abzugeben.

In weiterer Ausgestaltung kann in der Strömungsleitung wenigstens eine Pumpe vorgesehen sein. Über eine solche Pumpe lässt sich die Strömungsgeschwindigkeit und der Durchsatz des Heiz-/Kühlmediums in der Strömungsleitung und den Heiz-/Kühleinrichtungen einstellen. Über die Strömungsgeschwindigkeit des Heiz-/Kühlmediums wird unter anderem die Aufnahmerate beziehungsweise Abgaberate der Wärme im Heiz-/Kühlmedium geregelt.

10

Vorzugsweise ist die Strömungsrichtung in der Heiz-/Kühlvorrichtung von der wenigstens einen Heiz-/Kühleinrichtung für das als Wärmequelle fungierende wenigstens eine Reaktorelement zur wenigstens einen Heiz-/Kühleinrichtung für das als Wärmesenke fungierende wenigstens eine Reaktorelement eingestellt. Auf diese

15 Weise kann die Wärmeenergie von dem wenigstens einen als Wärmequelle fungierenden Reaktorelement zu dem wenigstens einen als Wärmesenke fungierenden Reaktorelement transportiert werden. Wird beispielsweise ein Heiz-/Kühlmedium verwendet, wärmt sich dieses beim Durchlauf des wenigstens einen als Wärmequelle fungierenden Reaktorelements auf und nimmt dabei die Wärme mit.

20 Dadurch kühl sich das als Wärmequelle fungierende Reaktorelement ab. Die aufgenommene Wärme wird zu dem wenigstens einen als Wärmesenke fungierenden Reaktorelement transportiert. Dort wird die Wärme abgegeben, wodurch sich das Heiz-/Kühlmedium abkühlt. Das nunmehr wiederum abgekühlte Heiz-/Kühlmedium wird über die Strömungsleitung erneut zu den als Wärmequelle fungierenden 25 Reaktorelementen transportiert, wo es erneut Wärme aufnehmen kann. Da die Anzahl und Verbindung der einzelnen Reaktorelemente untereinander je nach Bedarf und Anwendungsfall unterschiedlich sein kann, ist selbstverständlich auch eine andere Einstellung der Strömungsrichtung denkbar.

30 Vorteilhaft kann die wenigstens eine Heiz-/Kühleinrichtung als Wärmetauscher in Form einer Kühlslange und/oder eines Kühlmantels ausgebildet sein. Je nach Bedarf und Anwendungsfall und insbesondere je nach der Menge der aufzunehmenden

beziehungsweise abzugebenden Wärme kann die Heiz-/Kühleinrichtung beliebig ausgebildet sein. Soll eine große Menge an Wärme aufgenommen werden, ist es sinnvoll, wenn die Heiz-/Kühleinrichtung im Reaktorelement eine große Oberfläche aufweist. Die Anordnung der Heiz-/Kühleinrichtung im Oberflächenbereich der Reaktorelemente oder innerhalb der Reaktorelemente kann je nach Bedarf beliebig erfolgen. Die Erfindung ist nicht auf besondere Ausgestaltungsformen der Heiz-/Kühleinrichtungen beschränkt.

In weiterer Ausgestaltung kann das wenigstens eine als Wärmesenke fungierende Reaktorelement als Verdampfer ausgebildet sein. Ein solcher Verdampfer ist beispielsweise erforderlich, wenn Wasserstoff aus Methanol oder Erdgas reformiert werden soll.

In weiterer Ausgestaltung kann das wenigstens eine als Wärmequelle fungierende Reaktorelement als Shift-Reaktor und/oder als Reaktor für eine selektive Oxidation ausgebildet sein. Diese beiden Reaktorelemente sind erforderlich, wenn der Wasserstoff durch das Verfahren der partiellen Oxidation hergestellt wird. Hierbei wird das Gas durch eine homogene Wassergasreaktion ( $\text{CO} + \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{CO}_2 + \text{H}_2$ ) in dem Shift-Reaktor gereinigt und in der nachfolgenden Stufe –der selektiven Oxidation– feingereinigt.

Vorzugsweise kann zwischen dem einen als Wärmesenke fungierenden Reaktorelement und dem wenigstens einen als Wärmequelle fungierenden Reaktorelement ein Reformer vorgesehen sein.

In weiterer Ausgestaltung kann die Strömungsrichtung des Brennstoffs von dem wenigstens einen als Wärmesenke fungierenden Reaktorelement zu dem wenigstens einen als Wärmequelle fungierenden Reaktorelement hin eingestellt sein. In einem solchen Fall ist die Strömungsrichtung des Brennstoffs entgegengesetzt zur Strömungsrichtung des Wärmetransports über die Heiz-/Kühlvorrichtung eingestellt. Je nach Art und Anzahl der verwendeten Reaktorelemente kann auch eine andere Strömungsrichtung eingestellt sein.

Gemäß dem zweiten Aspekt der vorliegenden Erfindung wird ein Verfahren zum Erzeugen und/oder Aufbereiten eines Brennstoffs, insbesondere eines Brennstoffs für eine Brennstoffzelle, insbesondere unter Verwendung einer wie vorstehend beschriebenen erfindungsgemäßen Anordnung bereitgestellt, wobei der Brennstoff wenigstens ein als Wärmesenke fungierendes und wenigstens ein als Wärmequelle fungierendes Reaktorelement durchströmt. Das Verfahren ist erfindungsgemäß dadurch gekennzeichnet, daß über eine Heiz-/Kühlvorrichtung in den Reaktorelementen jeweils eine geeignete Prozeßtemperatur eingestellt wird, indem die in dem wenigstens einen als Wärmequelle fungierenden Reaktorelement erzeugte Wärme über eine Heiz-/Kühleinrichtung aufgenommen und über eine Strömungsleitung zu einer Heiz-/Kühleinrichtung für das als Wärmesenke fungierende Reaktorelement transportiert und dort an das Reaktorelement abgegeben wird.

Durch das erfindungsgemäße Verfahren wird erreicht, daß die einzelnen Reaktorelemente nicht mehr aufwendig gekühlt werden müssen und auch keine Wärme mehr verloren geht. Vielmehr wird die Wärme von den als Wärmequelle fungierenden Reaktorelementen auf einfache Weise zu solchen Reaktorelementen transportiert, bei denen ein Wärmebedarf besteht. Zu den Vorteilen, Effekten, Wirkungen und der Funktionsweise des erfindungsgemäßen Verfahrens wird auf die vorstehenden Ausführungen zur erfindungsgemäßen Anordnung voll inhaltlich Bezug genommen und hiermit verwiesen.

Vorteilhafte Ausführungsformen des Verfahrens ergeben sich aus den Unteransprüchen.

Vorzugsweise können die Heiz-/Kühleinrichtungen und die Strömungsleitung von einem Heiz-/Kühlmedium durchströmt werden.

In weiterer Ausgestaltung können die Heiz-/Kühleinrichtungen und die Strömungsleitung als geschlossener Kreislauf ausgebildet sein und von einem Heiz-/Kühlmedium durchströmt werden.

Vorteilhaft kann die Strömungsgeschwindigkeit des Heiz-/Kühlmediums in den Heiz-/Kühleinrichtungen und der Strömungsleitung über wenigstens eine Pumpe geregelt werden.

5 Vorzugsweise –jedoch nicht ausschließlich- kann die Strömungsrichtung des Brennstoffs entgegengesetzt zur Richtung des Wärmetransports zwischen den Heiz-/Kühleinrichtungen eingestellt werden.

Die vorstehend beschriebene erfindungsgemäße Anordnung sowie das erfindungsgemäße Verfahren können besonders vorteilhaft zum Herstellen und/oder Aufbereiten eines Brennstoffs für eine Brennstoffzelle zum Betreiben eines Fahrzeugs verwendet werden.

Insbesondere bei Verwendung für ein Fahrzeug besteht die Anordnung zum Erzeugen und/oder Aufbereiten des Brennstoffs oftmals aus einem Verdampfer (z.B. für Methanol), einem Reformer, einem Shift-Reaktor und einem Reaktor zur selektiven Oxidation. In diesem Fall befinden sich häufig drei dieser vier Reaktoren (alle bis auf den Reformer) auf fast gleichem Temperaturniveau. In zwei dieser Reaktoren, nämlich in dem Shift-Reaktor und der selektiven Oxidation läuft eine exotherme Reaktion ab, d.h. es wird Wärme frei. In dem Verdampfer wird Wärme benötigt. Die benötigte Wärme wird über die in den beiden anderen Reaktoren gewonnene Wärme bereitgestellt.

Ein bevorzugtes Anwendungsgebiet für die Anordnung und das Verfahren ist beispielsweise das Gebiet der Fahrzeugantriebe. Dieses bietet zur Zeit große Einsatzmöglichkeiten für Brennstoffzellen; es sind aber auch andere Einsatzmöglichkeiten denkbar. Zu nennen sind hier beispielsweise Brennstoffzellen für mobile Geräte wie Computer oder mobile Telefone bis hin zu Kraftwerksanlagen. Auch eignet sich die Brennstoffzellentechnik für die dezentrale Energieversorgung von Häusern, Industrieanlagen oder dergleichen.

Die vorliegende Erfindung ist nicht auf besondere Brennstoffzellentypen beschränkt, so daß die Erfindung in Verbindung mit allen Brennstoffzellentypen verwendet werden kann. Derartige Brennstoffzellen sind beispielsweise alkalische Brennstoffzellen (AFC), protonenleitende Brennstoffzellen (PEMFC), phosphorsaure Brennstoffzellen (PAFC), Schmelzkarbonat-Brennstoffzellen (MCFC), Festoxid-Brennstoffzellen (SOFC) oder dergleichen.

Die erfindungsgemäße Anordnung zum Erzeugen und/oder Aufbereiten eines Brennstoffs kann beispielsweise, jedoch nicht ausschließlich, zur Erzeugung von Wasserstoff aus Methanol, Methan, Benzin, Erdgas, Kohlegas, Biogas oder dergleichen verwendet werden.

Die Erfindung wird nun auf exemplarische Weise an Hand von Ausführungsbeispielen unter Bezugnahme auf die beiliegende Zeichnung näher erläutert. Es zeigt:

Fig.1 in schematischer Ansicht eine erste Ausführungsform der erfindungsgemäßen Anordnung zum Erzeugen und/oder Aufbereiten eines Brennstoffs, insbesondere eines Brennstoffs für eine Brennstoffzelle; und  
Fig.2 eine weitere Ausführungsform der erfindungsgemäßen Anordnung zum Erzeugen und/oder Aufbereiten eines Brennstoffs.

In Fig.1 ist eine Anordnung 10 zum Erzeugen und/oder Aufbereiten eines Brennstoffs, insbesondere eines Brennstoffs für eine Brennstoffzelle dargestellt. Bei dem zu erzeugenden beziehungsweise aufzubereitenden Brennstoff handelt es sich im vorliegenden Fall um Wasserstoff.

Der Wasserstoff wird aus einem kohlenwasserstoffhaltigen Brennstoff in der aus einer Reihe von Reaktorelementen bestehenden Anlage 10 erzeugt, die über eine Leitung 15 miteinander verbunden sind. Bei diesen Reaktorelementen handelt es sich in der Reihenfolge der durch die Pfeile in der Leitung 15 dargestellten Strömungsrichtung des Brennstoffs bzw. Wasserstoffs um einen Verdampfer 11, einen Reformer 12, einen Shift-Reaktor 13 und einen Reaktor zur selektiven Oxidation 14.

In dem Verdampfer 11 wird der als Ausgangsmaterial zugeführte Brennstoff (z.B. Methanol) zunächst verdampft, wobei für diesen Prozeßschritt Wärme erforderlich ist.

Bei dem Verdampfer 11 handelt es sich somit um ein als Wärmesenke fungierendes Reaktorelement. Bei dem Shift-Reaktor 13 und den Reaktor zur selektiven Oxidation 14 finden hingegen exotherme Reaktionen statt, d.h. hier wird Wärme erzeugt. Zur Einstellung einer geeigneten Temperatur in diesen Reaktorelementen muß die erzeugte Wärme abgeführt werden.

Zur Heizung beziehungsweise Kühlung der einzelnen Reaktorelemente ist eine Heiz-/Kühlvorrichtung 16 vorgesehen. Die Heiz-/Kühlvorrichtung 16 besteht aus einer Reihe nicht näher dargestellter Heiz-/Kühleinrichtungen, die jeweils als Wärmetauscher in Form von Rohrschlangen in den Reaktorelementen ausgebildet sind. Die einzelnen Heiz-/Kühleinrichtungen sind über eine Strömungsleitung 17 miteinander verbunden.

Wie aus der Figur zu ersehen ist, sind die Strömungsleitung 17 und die einzelnen Heiz-/Kühleinrichtungen als geschlossener Kreislauf ausgebildet. In dem geschlossenen Kreislauf der Heiz-/Kühlvorrichtung 16 ist ein geeignetes Heiz-/Kühlmedium vorgesehen, im vorliegenden Fall ein hochwärmebeständiges Öl. Zur Einstellung der Strömungsgeschwindigkeit des Öls ist in der Strömungsleitung 17 weiterhin eine Pumpe 18 vorgesehen.

Nachfolgend wird nun die Funktionsweise des Verfahrens zum Erzeugen und/oder Aufbereiten von Wasserstoff beschrieben.

Bei der Herstellung des Wasserstoffs wird im Verdampfer 11 Wärmeenergie benötigt, während in dem Shift-Reaktor 13 und in dem Reaktor zur selektiven Oxidation 14 auf Grund der exothermen Reaktionen Wärme entsteht. Wird nun in der Heiz-/Kühleinrichtung 16 ein wie oben beschriebener Ölkreislauf zum Wärmetransport aufgebaut, in dem das Öl die einzelnen Reaktorelemente der Reihe nach durchläuft, kann der Wärmeenergiegehalt von den als Wärmequelle fungierenden Reaktorelementen, nämlich dem Shift-Reaktor 13 und dem Reaktor zur selektiven Oxidation 14 zu dem als Wärmesenke fungierenden Reaktorelement, nämlich dem

Verdampfer 11 transportiert werde. Das durch den Verdampfer 11 abgekühlte Öl wärmt sich beim Durchlauf durch die selektive Oxidation 14 auf und nimmt die Wärme mit. Es folgt der Shift-Reaktor 13, der ebenfalls eine Erwärmung des Öls bewirkt. Nach dem Shift-Reaktor 13 gibt das Öl die aufgenommene Wärme im Verdampfer 11 ab.

5 Durch die Ausgestaltung der Heiz-/Kühleinrichtung 16 als geschlossener Kreislauf kann dieser Wärmeaustausch im wesentlichen verlustfrei durchgeführt werden.

Der in Fig.1 zur Erzeugung des Wasserstoffs ebenfalls erforderliche Reformer 12, der zwischen dem Verdampfer 11 und dem Shift-Reaktor 13 angeordnet ist, benötigt ebenfalls Wärme, allerdings auf einem anderen Temperaturniveau als die übrigen Reaktorelemente. So ist es beispielsweise möglich, daß der Reformer 12 mehr Wärme benötigt, als durch die exothermen Reaktionen im Shift-Reaktor 13 und in dem Reaktor zur selektiven Oxidation 14 erzeugt und abgegeben wird. Deshalb ist der Reformer 12 im vorliegenden Fall nicht mit der Heiz-/Kühlvorrichtung 16 verbunden, so daß die Strömungsleitung 17 im Bereich des Reformers 12 an diesem vorbeiführt.

Wie aus Fig.1 weiterhin zu ersehen ist, ist die Strömungsrichtung des Brennstoffs, die durch entsprechende Pfeile in der Leitung 15 dargestellt ist, entgegengesetzt zur Strömungsrichtung des Heiz-/Kühlmediums durch die Heiz-/Kühlvorrichtung 16, die ebenfalls durch entsprechende Pfeile in der Strömungsleitung 17 dargestellt ist, eingestellt.

In Fig.2 ist eine weitere Ausführungsform der erfindungsgemäßen Anordnung 10 zum Erzeugen und/oder Aufbereiten eines Brennstoffs dargestellt, wobei baugleiche Elemente wie in Fig.1 mit gleichen Bezugsziffern bezeichnet sind.

Der Brennstoff wird wiederum in den Reaktorelementen Verdampfer 11, Reformer 12, Shift-Reaktor 13 und Reaktor zur selektiven Oxidation 14 erzeugt oder aufbereitet, die über eine Leitung 15 miteinander verbunden sind. Die Heizung beziehungsweise Kühlung der einzelnen Reaktorelemente erfolgt über die Heiz-/Kühlvorrichtung 16.

Bei dem Ausführungsbeispiel gemäß Fig.2 ist jedoch die Verbindung der einzelnen Heiz-/Kühleinrichtungen in den jeweiligen Reaktorelementen über die Strömungsleitung 17 anders gewählt.

5 Wenn etwa das Temperaturniveau der selektiven Oxidation 14 –beispielsweise durch den Einsatz eines anderen Katalysators- über dem Temperaturniveau der im Shift-Reaktor 13 ablaufenden Shift-Reaktion liegt, kann es sinnvoll sein, zuerst den Shift-Reaktor 13 mit dem kalten Heiz/Kühlmedium vom Verdampfer 12 anzufahren, das dem Shift-Reaktor 13 über die Strömungsleitung 17 und mit Unterstützung der Pumpe 10 18 zugeführt wird.

15 Im Shift-Reaktor 13 findet aufgrund der exothermen Reaktionen dann die oben beschriebene Erwärmung des Heiz-/Kühlmediums statt. Anschließend wird das Heiz-Kühlmedium durch die Heiz-/Kühleinrichtung des Reaktors zur selektiven Oxidation 14 geleitet, wo es sich weiter erwärmt. Danach wird das heiße Heiz-/Kühlmedium dem Verdampfer 11 zur Wärmeabgabe zugeführt.

20 Die erfindungsgemäßen Anordnung eignet sich in besonderer Weise für den Einsatz in einem Fahrzeug, um aus einem getankten Brennstoff (z.B. Methanol oder Erdgas) während der Fahrt Wasserstoff in ausreichender Menge und ausreichendem Reinheitsgrad zu erzeugen, damit dieser Wasserstoff einer Brennstoffzelle als Brennstoff zugeführt werden kann, die den erforderlichen elektrischen Strom für den elektrischen Fahrantrieb dieses Fahrzeugs liefert.

**Bezugszeichnenliste**

- 10 = Anordnung zum Erzeugen/Aufbereiten eines Brennstoffs
- 11 = Verdampfer
- 5 12 = Reformer
- 13 = Shift-Reaktor
- 14 = selektive Oxidation
- 15 = Leitung
- 16 = Heiz-/Kühlvorrichtung
- 10 17 = Strömungsleitung
- 18 = Pumpe

**Patentansprüche**

1. Anordnung zum Erzeugen und/oder Aufbereiten eines Brennstoffs, insbesondere eines Brennstoffs für eine Brennstoffzelle, mit wenigstens einem als Wärmesenke fungierenden Reaktorelement (11) und mit wenigstens einem als Wärmequelle fungierenden Reaktorelement (13, 14),  
dadurch gekennzeichnet,  
daß eine Heiz-/Kühlvorrichtung (16) vorgesehen ist, daß die Heiz-/Kühlvorrichtung (16) wenigstens eine Heiz-/Kühleinrichtung für das wenigstens eine als Wärmesenke fungierende Reaktorelement (11) und wenigstens eine Heiz-/Kühleinrichtung für das wenigstens eine als Wärmequelle fungierende Reaktorelement (13, 14) aufweist und daß die Heiz-/Kühleinrichtungen zum Wärmetransport über eine Strömungsleitung (17) **für ein Heiz/Kühlmedium** miteinander verbunden sind.
2. Anordnung nach Anspruch 1,  
dadurch gekennzeichnet,  
daß die Heiz-/Kühleinrichtungen über die Strömungsleitung (17) in einem geschlossenen Kreislauf miteinander verbunden sind.
3. Anordnung nach Anspruch 1 oder 2,  
dadurch gekennzeichnet,  
daß als Heiz-/Kühlmedium ein hochwärmebeständiges Öl vorgesehen ist.
4. Anordnung nach einem der Ansprüche 1 bis 3,  
dadurch gekennzeichnet,  
daß in der Strömungsleitung (17) wenigstens eine Pumpe (18) vorgesehen ist.
5. Anordnung nach einem der Ansprüche 1 bis 4,  
dadurch gekennzeichnet,  
daß die wenigstens eine Heiz-/Kühleinrichtung als Wärmetauscher in Form einer Rohrschlange und/oder als Kühlmantel ausgebildet ist.
6. Anordnung nach einem der Ansprüche 1 bis 5,  
dadurch gekennzeichnet,

daß das wenigstens eine als Wärmesenke fungierende Reaktorelement als Verdampfer (11) ausgebildet ist.

7. Anordnung nach einem der Ansprüche 1 bis 6,  
dadurch gekennzeichnet,  
daß das wenigstens eine als Wärmequelle fungierende Reaktorelement als Shift-Reaktor (13) und/oder als Reaktor zur selektiven Oxidation (14) ausgebildet ist.

10 8. Anordnung nach einem der Ansprüche 1 bis 7,  
dadurch gekennzeichnet,  
daß zwischen dem wenigstens einen als Wärmesenke fungierenden Reaktorelement (11) und dem wenigstens einen als Wärmequelle fungierenden Reaktorelement (13, 14) ein Reformer (12) vorgesehen ist.

15 9. Anordnung nach einem der Ansprüche 1 bis 8,  
dadurch gekennzeichnet,  
daß die Strömungsrichtung des Brennstoffs von dem wenigstens einen als Wärmesenke fungierenden Reaktorelement (11) zu dem wenigstens einen als Wärmequelle fungierenden Reaktorelement (13, 14) hin eingestellt ist.

20 10. Verfahren zum Erzeugen und/oder Aufbereiten eines Brennstoffs, insbesondere eines Brennstoffs für eine Brennstoffzelle, insbesondere unter Verwendung einer Anordnung nach einem der Ansprüche 1 bis 10, wobei der Brennstoff wenigstens ein als Wärmesenke fungierendes und wenigstens ein als Wärmequelle fungierendes Reaktorelement durchströmt,  
dadurch gekennzeichnet,  
daß über eine Heiz-/Kühleinrichtung in den Reaktorelementen jeweils eine geeignete Prozeßtemperatur eingestellt wird, indem die in dem wenigstens einen als Wärmequelle fungierenden Reaktorelement erzeugte Wärme über eine Heiz-/Kühleinrichtung aufgenommen und über eine Strömungsleitung für ein Heiz/Kühlmedium zu einer Heiz-/Kühleinrichtung für das als Wärmesenke fungierende Reaktorelement transportiert und dort an das Reaktorelement abgegeben wird.

11. Verfahren nach Anspruch 10,  
dadurch gekennzeichnet,  
daß das Heiz-/Kühlmedium durch die Strömungsleitung in einem  
geschlossenen Kreislauf geführt wird..  
  
5
12. Verfahren nach Anspruch 10 oder 11,  
dadurch gekennzeichnet,  
daß die Strömungsgeschwindigkeit des Heiz-/Kühlmediums in den Heiz-  
/Kühleinrichtungen und der Strömungsleitung über wenigstens eine Pumpe  
geregelt wird.  
  
10
13. Verwendung einer Anordnung nach einem der Ansprüche 1 bis 9 und/oder  
eines Verfahrens nach einem der Ansprüche 10 bis 12 zum Herstellen und/oder  
Aufbereiten eines Brennstoffs in einem Fahrzeug für eine Brennstoffzelle zum  
Betreiben des Fahrzeugs.  
  
15

## Zusammenfassung

Es wird eine Anordnung (10) zum Erzeugen und/oder Aufbereiten eines Brennstoffs, insbesondere von Wasserstoff, für eine Brennstoffzelle zum Betreiben eines Fahrzeugs beschrieben, die einen als Wärmesenke fungierenden Verdampfer (11) und zwei als Wärmequelle fungierende Reaktorelemente in Form eines Shift-Reaktors (13) und eines Reaktors zur selektiven Oxidation (14) aufweist. Die einzelnen Reaktorelemente (11; 13, 14) sind über eine Leitung (15) miteinander verbunden. Um auf einfache und kostengünstige Weise eine Kühlung beziehungsweise Erwärmung der einzelnen Reaktorelemente (11; 13, 14) vornehmen zu können, ist erfindungsgemäß eine Heiz-/Kühlvorrichtung (16) vorgesehen, die eine Heiz-/Kühleinrichtung für den Verdampfer (11) und wenigstens eine Heiz-/Kühleinrichtung für den Shift-Reaktor (13) und den Reaktor zur selektiven Oxidation (14) aufweist. Die einzelnen Heiz-/Kühleinrichtungen sind zum Wärmetransport über eine Strömungsleitung (17) in einem geschlossenen Kreislauf miteinander verbunden. Durch die Strömungsleitung (17) strömt als Heiz-/Kühlmedium ein geeignetes Öl. Über die erfindungsgemäße Anordnung (10) wird die in den Reaktorelementen (13, 14) erzeugte Wärme über die entsprechenden Heiz-/Kühleinrichtungen aufgenommen und über die Strömungsleitung (17) zum Verdampfer (11) transportiert und dort über die entsprechende Heiz-/Kühleinrichtung an diesen abgegeben.

(Hierzu: Figur 1)

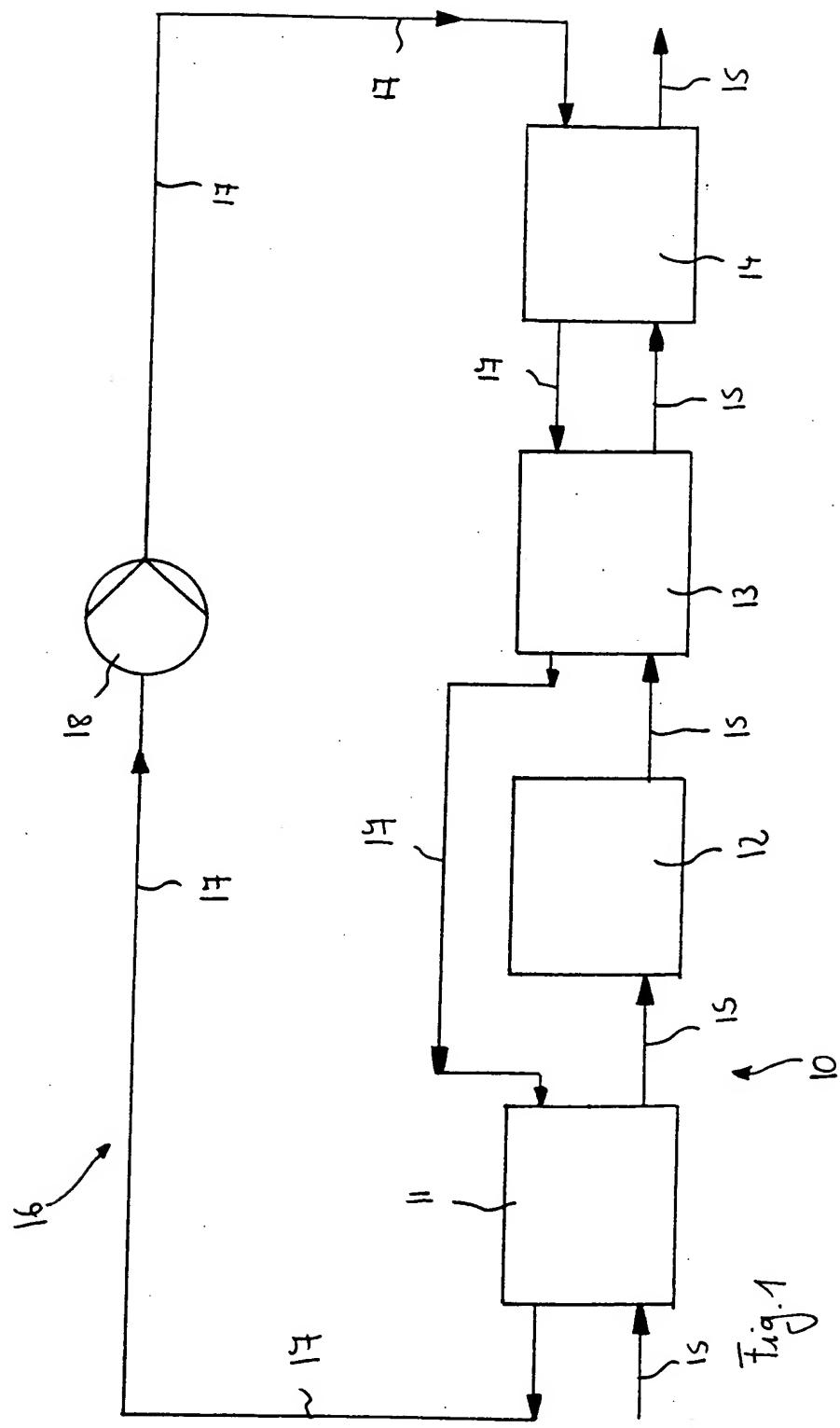


Fig. 1

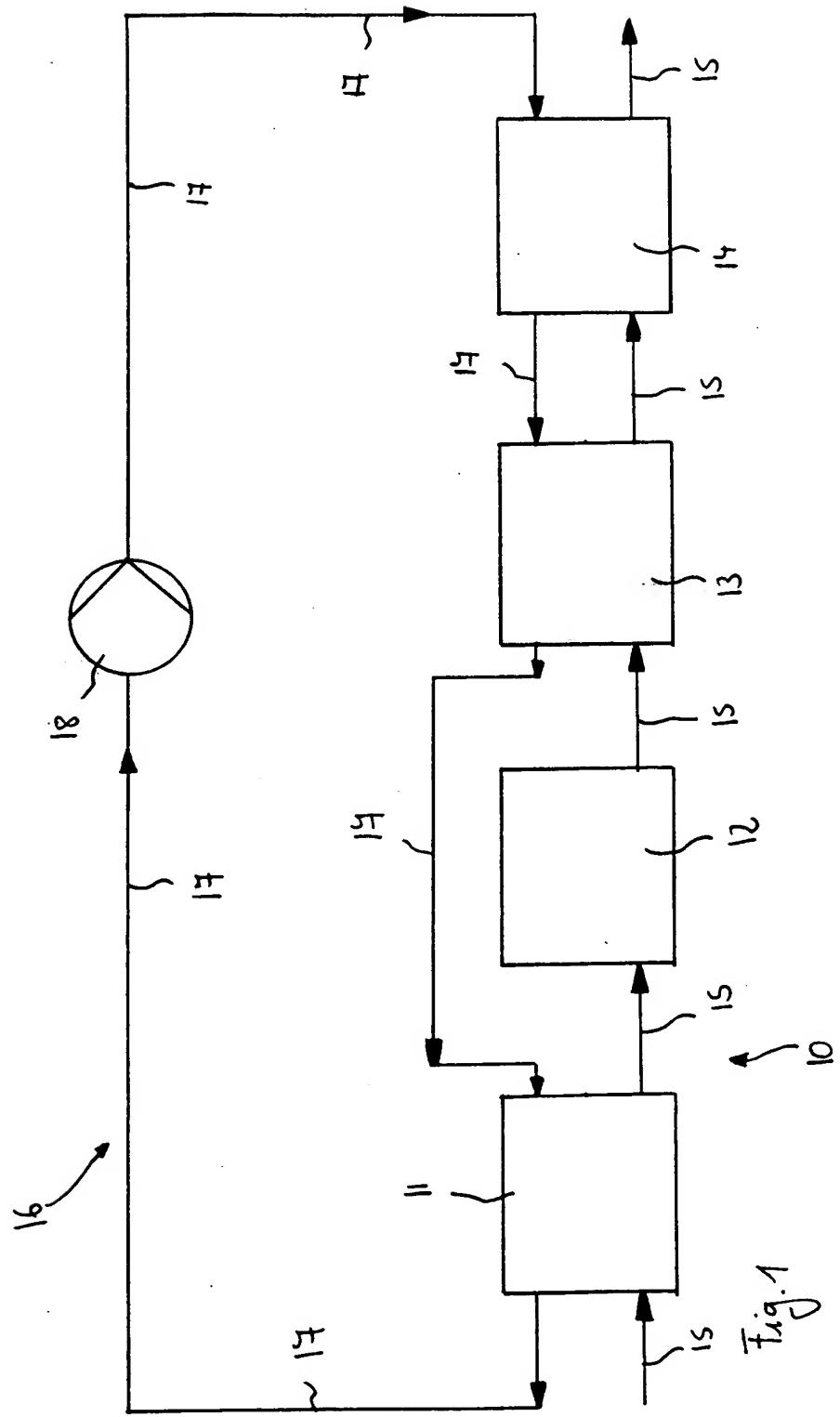


Fig. 1

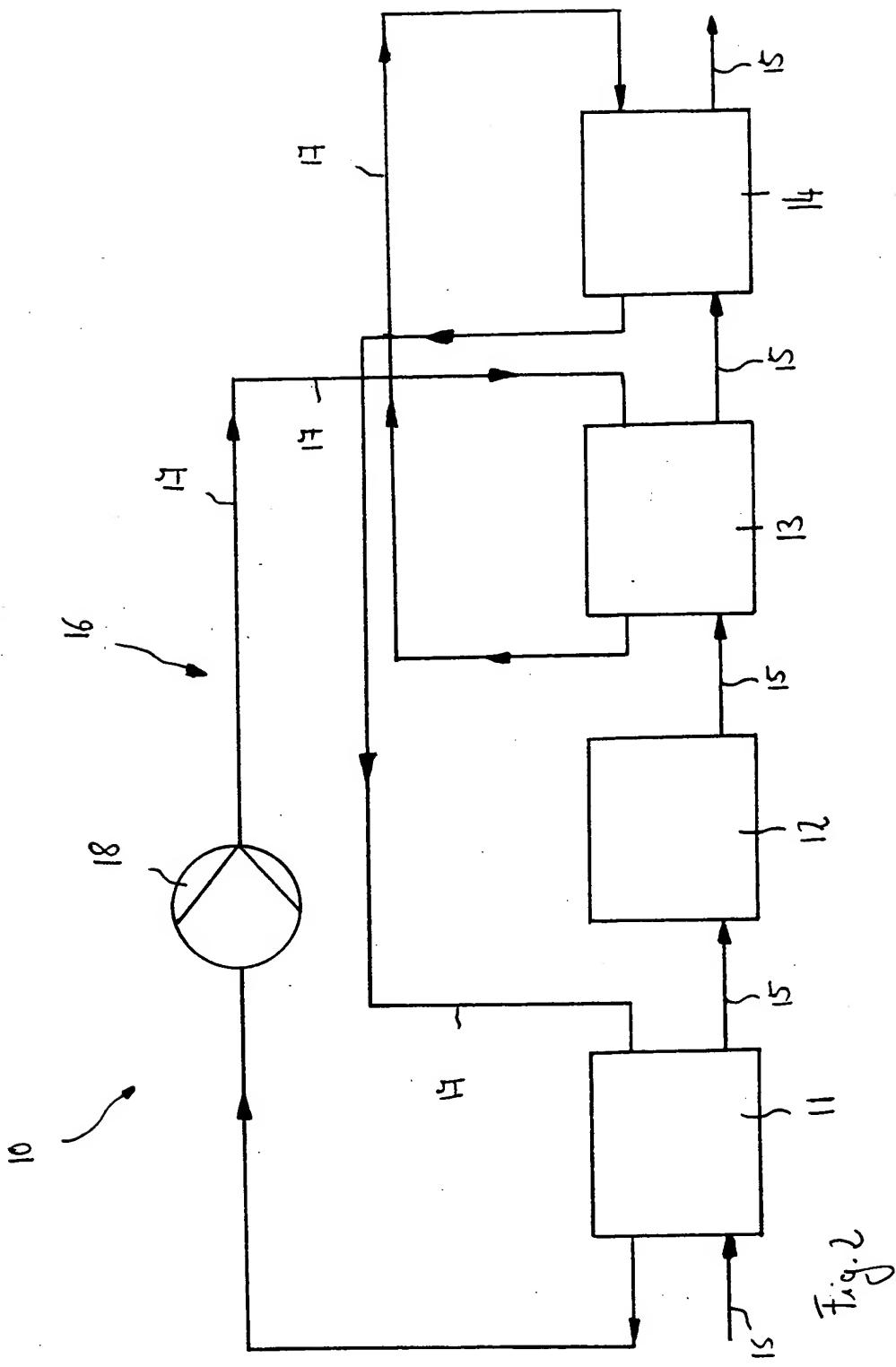


Fig. 2

